

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

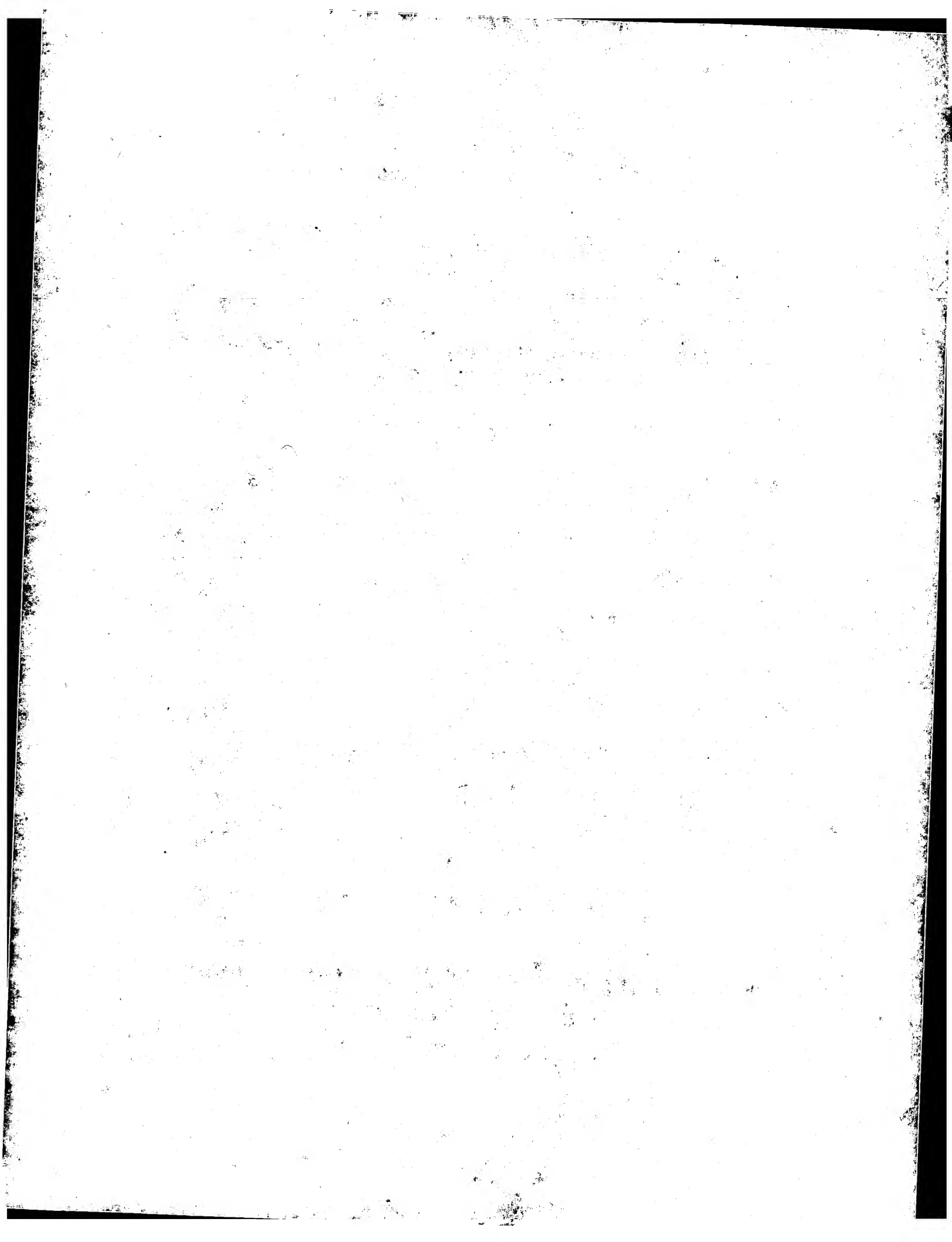
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



(43)公開日 平成8年(1996)12月24日

技術表示箇所

E

A

審査請求 有 請求項の数10 O.L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-147548

(22)出願日 平成7年(1995)6月14日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者：大橋 啓之

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 浦井 治雄

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 發明者 齊藤 信作

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

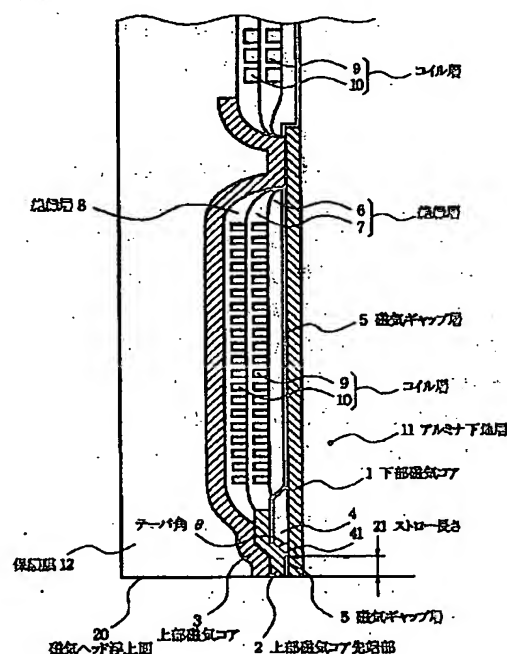
(54)【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法ならびに磁気記憶装

(57) 【要約】

【目的】、磁気コアを絶縁膜の熱分解温度よりも高い温度で熱処理することにより、優れた特性の薄膜磁気ヘッドおよびこれを用いた磁気記憶装置を得る。

【構成】 上部磁気コア先端部2は、磁気ヘッド浮上面20からスロート長さ21の部分を経由して非磁性スパーサ4の上まで延びる。下部磁気コア1と上部磁気コア先端部2は成膜後400～600℃で熱処理された高飽和磁束密度のFe-Ta-N膜である。Fe-Ta-N膜の熱処理は高分子膜である絶縁層6, 7, 8およびパーマロイ膜である上部磁気コア3の形成より前に行う。これにより、絶縁層6, 7, 8の形成前に絶縁層の熱分解温度よりも高温でFe-Ta-N膜を熱処理することを可能にし、優れた特性の軟磁性膜と高分子絶縁膜とを備えた薄膜磁気ヘッドを提供でき、また、この薄膜磁気ヘッドと高保磁力の磁気記録媒体とを組み合わせることにより、高記録密度の磁気記憶装置を提供できる。

置



41: 非磁性スパーサの焼部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度 T_1 で熱処理した飽和磁束密度 B_{s1} の磁性膜 A_1 と、温度 T_2 で熱処理した飽和磁束密度 B_{s2} の磁性膜 A_2 （ただし、 $T_2 < T_1$ 、 $B_{s2} < B_{s1}$ ）と、厚さ $1\mu\text{m}$ 以下の非磁性ギャップ層と、薄膜コイルパターンと、高分子膜よりなる絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記磁性膜 A_1 が前記非磁性ギャップ層の下部と上部とに存在し、かつ前記高分子膜絶縁層の上部には前記磁性膜 A_2 のみが直接もしくは非磁性ギャップ層を介して存在し、かつ前記磁性膜 A_1 と前記磁性膜 A_2 とが直接もしくは前記非磁性ギャップ層を介して接続していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記熱処理温度 T_1 が前記絶縁層の熱分解温度よりも高いことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 磁気ヘッド浮上面の奥で前記非磁性ギャップ層を介して対抗する上下2つの前記磁性膜 A_1 の間に、厚さ $1\mu\text{m}$ 以上の無機物よりなる非磁性スペーサを有することを特徴とする請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁性膜 A_1 と前記磁性膜 A_2 との接続面積が、前記磁性膜 A_2 の信号磁束が流れる方向に直交する断面における最小断面積よりも大きいことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記磁性膜 A_1 が、 $X = \{\text{Fe}, \text{Co}\}$ 、 $Y = \{\text{Ta}, \text{Zr}, \text{Nb}, \text{Al}\}$ および $Z = \{\text{N}, \text{C}\}$ の三元素を含む $X-Y-Z$ 三元系合金、もしくは四元系以上の合金であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記磁性膜 A_2 が、 Ni-Fe （パーマロイ）もしくは Ni-Fe （パーマロイ）系多元合金、または Co 系アモルファス合金であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 請求項1から7のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記磁性膜 A_1 の熱処理後に前記高分子絶縁層および前記磁性膜 A_2 を形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッドと、保磁力 2500 エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を $0.03\mu\text{m}$ 以上としたことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項9】 請求項1から7のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッドと、保磁力 2200 エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を $0.07\mu\text{m}$ 以上としたことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項10】 請求項1から7のいずれか1項記載の

薄膜磁気ヘッドと、保磁力 2800 エルステッド以上の磁気記録媒体とを備えることを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法、ならびこの薄膜磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置に関し、特にコンピュータ用磁気記憶装置に用いる薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の薄膜磁気ヘッドは、磁気コア材料として主に電気めっき法で作られたパーマロイ膜が多く使用されている。しかしながら、今後磁気ヘッドにさらに高密度記録が可能な高保磁力の磁気記録媒体への書き込み能力を持たせるためには、磁気コア材料としてパーマロイの飽和磁束密度（ $0.8 \sim 1.0\text{T}$ ）よりも大きい磁束密度を有するものを採用する必要がある。

【0003】 磁気記録密度の上限を決める要因の一つである磁気記録媒体の磁化遷移長は、磁気記録媒体の記録点が磁気ヘッドのギャップから遠ざかるときの磁界および磁界勾配に依存する。したがって、記録密度を上げるためにコア材料に要求されることは、少なくとも上部磁気コア（磁気ヘッド後端側）の先端部だけは高飽和磁束密度にすることである。

【0004】 図4は、高飽和磁束密度磁性膜を用いた従来の薄膜磁気ヘッドの一例を示す断面図である。

【0005】 図4を参照すると、従来の薄膜磁気ヘッドは、アルミナ下地層111に接してパーマロイ膜からなる下部磁気コア31と、パーマロイより高い飽和磁束密度を有する磁性膜からなる下部磁気コア先端部32とがあり、これらの上に非磁性体である磁気ギャップ5、および導体コイル層9、10が配置される。磁気ギャップ5は、上部磁気コア先端部33と下部磁気コア先端部32との間に $0.1 \sim 1.0\mu\text{m}$ 程度の磁気的な隙間を形成することにより、書き込み時には記録磁界を発生し、読み出し時には媒体からの信号磁束を磁気コアに導入する。

【0006】 次に、導体コイル層9、10は、周知のパターンめっき法で形成され、材料としては Cu が用いられる。絶縁層6、7、8は、ベーキングしたフォトレジストのパターンで形成された高分子膜である。そして、導体コイル層9、10は、絶縁層6、7、8で囲まれる。絶縁層8の上には高飽和磁束密度磁性膜からなる上部磁気コア先端部33とパーマロイからなる上部磁気コア34とが配置され、下部磁気コア31と下部磁気コア先端部32とともに、導体コイル層9、10と鎖交する磁気回路を形成する。このようにして構成された薄膜磁気ヘッド素子はアルミナの保護膜12で覆われる。

3

【0007】上述した構成により高飽和磁束密度磁性膜を磁気コアの一部に用いた薄膜ヘッドに関する発明として、例えば、特開平3-144907号公報には、磁気ギャップの磁気記録媒体側に面する磁気コア層に、Ni-Fe膜のバックコア部分より高飽和磁束密度である軟磁性膜を用いる技術が開示されている。これによると、高飽和磁束密度軟磁性膜としてFe-Co-Ni三元系合金またはFe-Co-Ni-Cr四元系合金をめっき法で形成している。

【0008】また、他の例として、例えば、特開平3-029104号公報には、上部磁極もしくは下部磁極に非晶質合金もしくは多層磁性合金からなる2層の積層膜を用い、磁気記録媒体との対抗面には高飽和磁束密度の部材のみを露出させる技術が開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】これらの従来の薄膜磁気ヘッドにおいては、絶縁層にベーキングしたフォトレジスト等の高分子膜を用いることから、この高分子膜の熱分解を防ぐため、上部磁気コア先端部に用いることのできる磁性材料および製造方法が限定されるという欠点がある。

【0010】ベーキングにより架橋したフォトレジストは優れた絶縁膜になるが、300℃以上になると熱分解の程度が激しくなる。したがって、絶縁膜形成後に成膜する上部磁気コアに対しては、300℃以上の温度による熱処理は困難である。また、フォトレジストの代わりに、適切なポリイミド高分子膜を用いると、熱分解温度は上昇するが、その場合でも400℃以上になると熱分解を起こす。

【0011】このような熱分解を避けるためには、絶縁層材料としてベーキングしたフォトレジストの代わりに、アルミナ(Al_2O_3)などの無機材料を用いることも考えられる。しかしながら、この場合には、数 μm ~20数 μm の厚さの無機材料をパターンニングしなければならず、ベーキングしたフォトレジストを用いた場合に比べて製造が困難になるという欠点がある。

【0012】一方、軟磁性材料の多くは、適切な熱処理を行うことによって初めて優れた軟磁気特性を得ることができる場合が多い。例えば、Fe-Ta-N、Fe-Ta-Cなどの鉄系微結晶材料の膜において、飽和磁束密度1.5~1.8T、比透磁率3000~6000という優れた軟磁気特性を引き出すには、400℃以上で熱処理を行う必要がある。しかしながら、従来の高分子絶縁層を持つ薄膜磁気ヘッドにおいては、400℃以上での熱処理が不可能なため、磁気コア材料としてこれらの軟磁性膜を用いても優れた軟磁気特性を十分に引き出すことはできない。

【0013】本発明の目的は、上述した欠点を解決し、高分子絶縁膜の形成前に高分子絶縁膜の熱分解温度よりも高温で高飽和磁束密度の軟質磁性膜を熱処理すること

4

を可能にし、優れた特性を有する軟磁性膜と高分子絶縁膜とを備えた薄膜磁気ヘッド、およびこの薄膜磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、温度 T_1 で熱処理した飽和磁束密度 B_{s1} の磁性膜 A_1 と、温度 T_2 で熱処理した飽和磁束密度 B_{s2} の磁性膜 A_2 （ただし、 $T_2 < T_1$ 、 $B_{s2} < B_{s1}$ ）と、厚さ1 μm 以下の非磁性ギャップ層と、薄膜コイルパターンと、高分子膜よりなる絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁性膜 A_1 が前記非磁性ギャップ層の下部と上部とに存在し、かつ前記高分子膜絶縁層の上部には前記磁性膜 A_2 のみが直接もしくは非磁性ギャップ層を介して存在し、かつ前記磁性膜 A_1 と前記磁性膜 A_2 とが直接もしくは前記非磁性ギャップ層を介して接続していることを特徴とする。

【0015】また、前記熱処理温度 T_1 が前記絶縁層の熱分解温度よりも高いことを特徴とし、磁気ヘッド浮上面の奥で前記非磁性ギャップ層を介して対抗する上下2つの前記磁性膜 A_1 の間に、厚さ1 μm 以上の無機物よりなる非磁性スペーサを有することを特徴とし、前記磁性膜 A_1 と前記磁性膜 A_2 との接続面積が、前記磁性膜 A_2 の信号磁束が流れる方向に直交する断面における最小断面積よりも大きいことを特徴とする。

【0016】そして、前記磁性膜 A_1 が、 $X = \{Fe, Co\}$ 、 $Y = \{Ta, Zr, Nb, Al\}$ および $Z = \{N, C\}$ の三元素を含むX-Y-Z三元系合金、もしくは四元系以上の合金であってもよく、また、前記磁性膜 A_2 が、Ni-Fe（パーマロイ）もしくはNi-Fe（パーマロイ）系多元合金、またはCo系アモルファス合金であってもよく、これらの薄膜磁気ヘッドは前記磁性膜 A_1 の熱処理後に前記高分子絶縁層および前記磁性膜 A_2 を形成することを特徴とする。

【0017】さらに、磁気記憶装置として、これらの薄膜磁気ヘッドと保磁力2500エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.03 μm 以上とする。もしくは薄膜磁気ヘッドと保磁力2200エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.07 μm 以上とする。もしくは薄膜磁気ヘッドと保磁力2800エルステッド以上の磁気記録媒体とを備えてもよい。

【0018】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0019】図1は、本発明の第1の実施例を示す断面図である。図1を参照すると、第1の実施例は、成膜後400~600℃で熱処理されたFe-Ta-N膜からなる高飽和磁束密度の下部磁気コア1が、アルミナ下地層11に接して設けられている。この下部磁気コア1の膜厚は2~4 μm である。また、下部磁気コア1に接し

5

て磁気ギャップ層5が設けられており、さらに、下部磁気コア1と磁気ギャップ層5との間には非磁性スペーサ4が設けられている。

【0020】非磁性スペーサ4は、磁気ヘッド浮上面20からスロート長さ21の距離だけ離れた箇所から5〜25 μ m程度の長さで奥に延びている。この非磁性スペーサ4はスパッタ成膜したアルミナを用いる。この非磁性スペーサ4の膜厚は1〜4 μ mであり、下部磁気コア1と上部磁気コア先端部2との間隔を広げ、その間の磁束の漏洩を減らすことにより磁束効率を高めている。

【0021】なお、上部磁気コア先端部2が急激な段差を持って磁気特性が劣化することのないように、非磁性スペーサの端部41にはテーパを設けてある。このテーパ角 θ は60°以下であることが好ましく、さらには、テーパ角 θ が45°以下であることがより好ましい。

【0022】上部磁気コア先端部2は、磁気ヘッド浮上面20からスロート長さ21部分を経由して非磁性スペーサ4の上まで延びている。この上部磁気コア先端部2は、成膜後400〜600℃で熱処理された高飽和磁束密度のFe-Ta-N膜をパターンニングしたものであり、その膜厚は2〜4 μ mである。

【0023】下部磁気コア1および上部磁気コア先端部2に用いるFe-Ta-N膜の熱処理は同時に行ってもよいが、絶縁層6、7、8の形成より前に行う必要がある。これは、絶縁層材料として200〜300℃でベーキングすることにより、架橋させたフォトレジストのパターンを用いており、この材料は300℃以上の熱処理では熱分解するという理由に基づくものである。

【0024】次に、上部磁気コア先端部2と最上部の絶縁層8とに接して上部磁気コア3が置かれる。上部磁気コア先端部2と上部磁気コア3とが接する面は、周知のパターンめっき技術で形成されたパーマロイ膜パターンである。このパーマロイ膜パターンは300℃以下の磁界中熱処理により十分安定な高透磁率特性（比透磁率>2000）を示す。また、上部磁気コア3の膜厚は3〜6 μ mであり、上部磁気コア先端部2より厚くなっている。

【0025】パーマロイ膜の飽和磁束密度（0.8〜1.0T）は、Fe-Ta-N膜よりも小さいが、この膜厚を厚くすることにより上部磁気コア3における磁気飽和を避けることができる。また、上部磁気コア先端部2と上部磁気コア3との接続部における信号磁束の漏洩をなくするため、接続部の長さは上部磁気コア先端部2および上部磁気コア3の膜厚よりも大きくする必要がある。

【0026】なお、下部磁気コア1および上部磁気コア先端部2に用いる高飽和磁束密度膜材料としては、Fe-Ta-N膜だけでなくFe-Ta-C膜、Fe-Zr-N膜など絶縁膜の熱分解温度以上の熱処理で優れた軟磁気特性を示す鉄系微結晶膜材料を用いることで同様の

6

効果が得られる。

【0027】一般に、 $X = \{Fe, Co\}$ 、 $Y = \{Ta, Zr, Nb, Al\}$ 、 $Z = \{N, C\}$ を含むX-Y-Z多元系で、熱処理により優れた軟磁気特性が得られる微結晶膜材料を用いれば、同様の効果が得られる（ここに、X、Y、Zは{ }内の1種類以上の元素を表す）。

【0028】さらに、下部磁気コア1および上部磁気コア先端部2の材料として、鉄系微結晶材料に限らず、高分子絶縁膜の熱分解温度よりも高い温度による熱処理で軟磁気特性を改善できるような材料を用いれば、上述と同様の効果が得られることは自明である。

【0029】また、上部磁気コア3の材料としては、パーマロイめっき膜に限らず、高分子絶縁膜の熱分解温度よりも低い熱処理温度で優れた軟磁気特性が得られるパーマロイ以外のめっき膜や、スパッタ法で作成したCo系アモルファス膜材料を用いても、同様の効果が得られる。

【0030】次に、本発明の第2の実施例について説明する。

【0031】図2は、本発明の第2の実施例を示す断面図である。第2の実施例は、上部磁気コア103以外は第1の実施例と同一の構成であり、説明の重複を避けるため上部磁気コア103の構造についてのみを説明し、他については省略する。

【0032】図2を参照すると、第2の実施例では、Fe-Ta-N膜で形成された上部磁気コア103の端部30は、磁気ヘッド浮上面20より5〜15 μ m程度奥に存在する。この構成では、磁気ヘッド浮上面20に飽和磁束密度の低いパーマロイ膜が露出しないので、書き込み時の磁界勾配が、第1の実施例の場合に比べて鋭くなる。したがって、より高密度記録に適した薄膜磁気ヘッドが得られる。

【0033】なお、この場合も上部磁気コア先端部2と上部磁気コア103の接続部における信号磁束の漏れをなくするため、接続部の長さは上部磁気コア先端部2および上部磁気コア103の膜厚より厚くする必要がある。

【0034】次に、本発明の第3の実施例について説明する。

【0035】図3は、本発明の第3の実施例を示す断面図である。図3を参照すると、第3の実施例は、高出力化のためにコイル層9、10以外に、絶縁層60により絶縁された3層目のコイル70を備えている。

【0036】また、第3の実施例では、アルミナ下地層110に深さ1〜4 μ mの凹部40が設けられている。この凹部40の端部におけるテーパ角 θ は、60°以下であることが好ましい。また、下部磁気コア101は、この凹部40を跨ぐ形で形成されることにより、それ自体が凹部を有しており、テーパ角 θ が60°以上になると下部磁気コア101の軟磁気特性の劣化が顕著になる。

10

20

30

40

50

7

【0037】非磁性スペーサ104は、下部磁気コア101の凹部を埋める形にアルミナ膜で形成される。そして、丁度下部磁気コア101の凹部だけを埋めるような非磁性スペーサ104を形成するためには、凹部40の深さよりも若干厚いアルミナ膜をスパッタ成膜した後で表面を平坦化する。この表面の平坦化には、周知の錫（Sn）系定盤と砥粒とを用いたラッピング（研磨）技術、もしくは高分子膜を用いたエッチバック技術等を用いることにより、磁気ギャップ層105の表面をほぼ平坦にすることができる。

【0038】なお、第3の実施例においては、上部磁気コア先端部102のFe-Ta-N膜をスパッタ成膜する際に、バックギャップ部での下部磁気コア101と上部磁気コア3の接続部50も同時にFe-Ta-Nでスパッタ成膜を行う。これにより、上部磁気コア3の段差を減らして、上部磁気コア3のパターン内組成変動等による磁気特性の劣化を防いでいる。

【0039】また、この例からも判るように、本発明はコイルの層数とは無関係に適用できる。すなわち、4層のコイルを有する薄膜磁気ヘッドや、1層コイルの薄膜磁気ヘッドに対しても当然適用できる。

【0040】上述した各実施例で説明した構造および製造方法により提供する薄膜磁気ヘッドの磁気コアは、パーマロイのみで製造された磁気コアに比べ、飽和磁束密度と透磁率が高い。したがって、これらの薄膜磁気ヘッドと高保磁力の磁気記録媒体と組み合わせることにより、高記録密度の磁気記憶装置を実現できる。例えば、Fe-Ta-N膜を用いた薄膜磁気ヘッドは、書き込み磁界強度がパーマロイのみの薄膜磁気ヘッドの約1.5倍になる。

【0041】これにより、薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.03μm以上に保って高い信頼性を確保しつつ、保磁力2500エルステッドという大きな値の磁気記録媒体に対して情報を書き込むことができる。また、薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.07μm以上に保ちながら、保磁力2200エルステッドという大きな値の磁気記録媒体に対しても情報を書き込むことができる。そして、さらに浮上隙間を小さくしてコンタクトレコーディング（接触記録）を行えば、保磁力2800エルステッド以上の磁気記録媒体にも情報の書き込みが可能であり、高性能な磁気記憶装置を提供できる。

【0042】

8

【発明の効果】以上説明したように、本発明の薄膜磁気ヘッドは、上部磁気コアが層の構成上、高分子絶縁膜よりも下に配置するような構造およびその製造方法を提供することにより、高分子絶縁膜の形成前に、高分子絶縁膜の熱分解温度よりも高温で高飽和磁束密度軟質磁性膜を熱処理することを可能にし、優れた特性の軟磁性膜と高分子絶縁膜とを備えた薄膜磁気ヘッドが提供できるとともに、この薄膜磁気ヘッドと高保磁力の磁気記録媒体とを組み合わせることにより、高記録密度の磁気記憶装置を提供できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す断面図である。

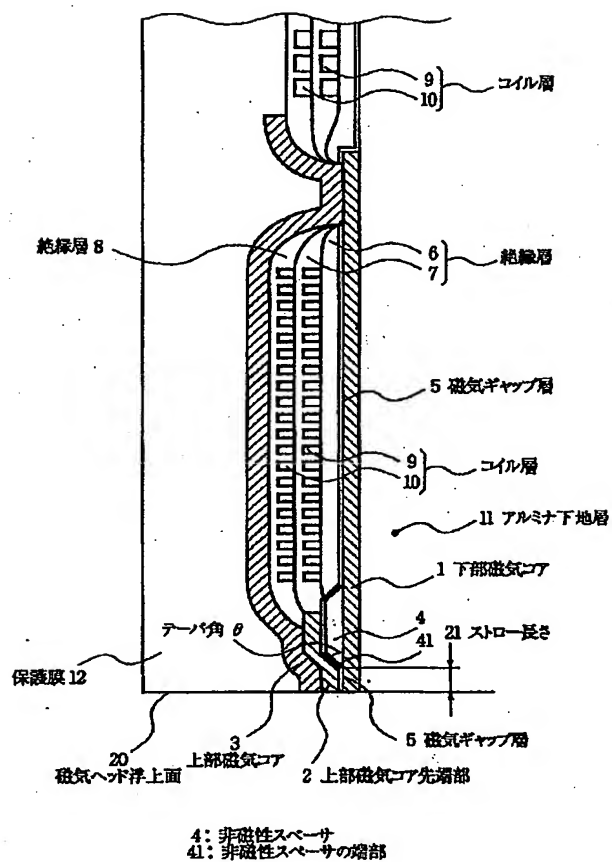
【図3】本発明の第3の実施例を示す断面図である。

【図4】従来例を示す断面図である。

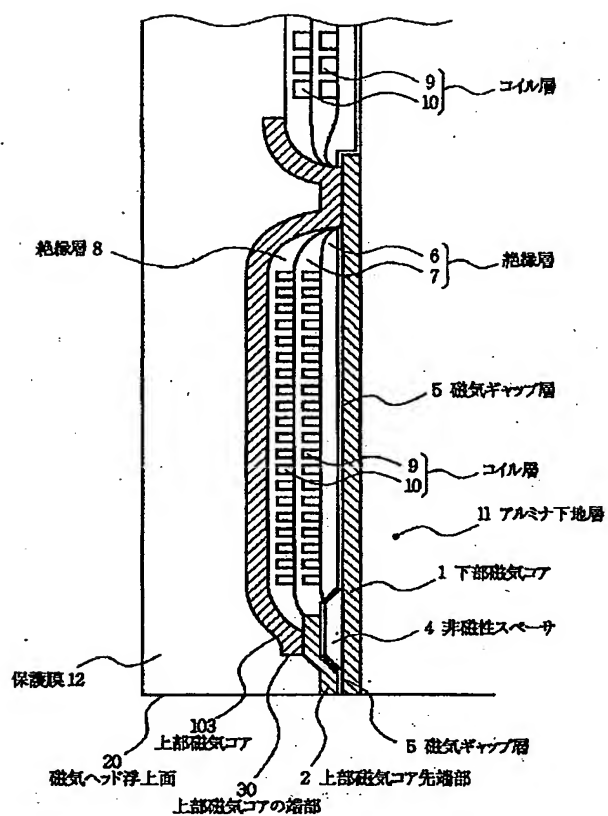
【符号の説明】

- | | |
|--------------|------------|
| 1 | 下部磁気コア |
| 2 | 上部磁気コア先端部 |
| 3 | 上部磁気コア |
| 4 | 非磁性スペーサ |
| 5 | 磁気ギャップ層 |
| 6, 7, 8 | 絶縁層 |
| 9, 10 | コイル層 |
| 11, 110, 111 | アルミナ下地層 |
| 12 | 保護膜 |
| 20 | 磁気ヘッド浮上面 |
| 21 | スロート長さ |
| 30 | 上部磁気コアの端部 |
| 31 | 下部磁気コア |
| 32 | 下部磁気コア先端部 |
| 33 | 上部磁気コア先端部 |
| 34 | 上部磁気コア |
| 40 | 凹部 |
| 41 | 非磁性スペーサの端部 |
| 50 | 接続部 |
| 60 | 絶縁層 |
| 70 | 3層目のコイル |
| 101 | 下部磁気コア |
| 102 | 上部磁気コア先端部 |
| 103 | 上部磁気コア |
| 104 | 非磁性スペーサ |
| 105 | 磁気ギャップ層 |

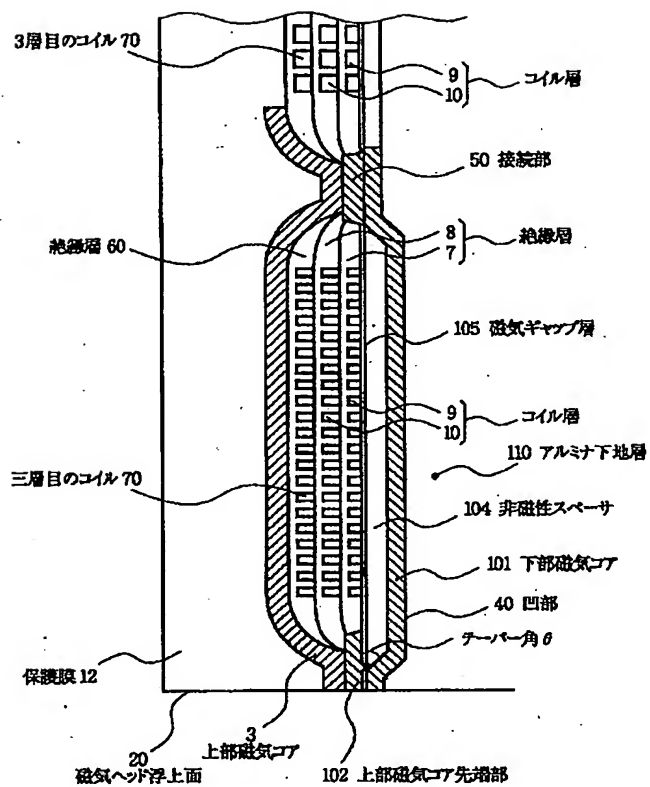
【図 1】



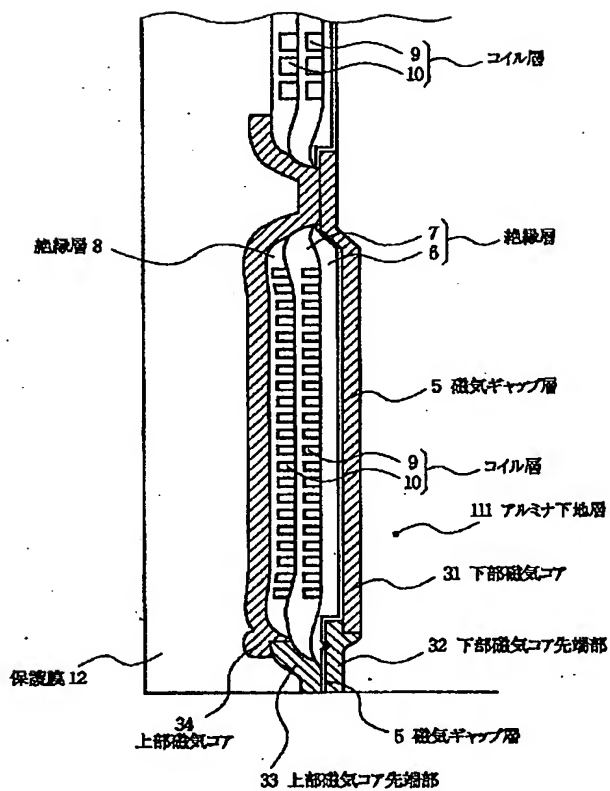
【図 2】



【図3】



【図4】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-339508

(43)Date of publication of application : 24.12.1996

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 07-147548

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.06.1995

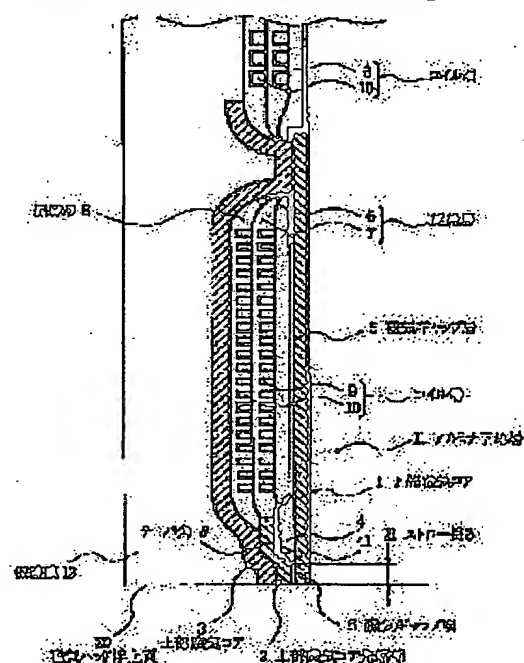
(72)Inventor : OHASHI HIROYUKI
URAI HARUO
SAITO SHINSAKU

(54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND ITS PRODUCTION AS WELL AS MAGNETIC MEMORY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a thin-film magnetic head having excellent characteristics and a magnetic memory device formed by using the same by subjecting magnetic cores to a heat treatment at a temp. higher than the thermal decomposition temp. of insulating film.

CONSTITUTION: The front end 2 of the upper magnetic core extends from a magnetic head floating surface 20 through the part of a throat length 21 onto a nonmagnetic spacer 4. The lower magnetic core 1 and the front end 2 of the upper magnetic core are Fe-Ta-N film which is heat-treated at 400 to 600° C after film formation and has a high saturation magnetic flux density. The heat treatment of the Fe-Ta-N film is executed prior to the formation of insulating layers 6, 7, 8 which are polymer films and the upper magnetic core 3 which is a 'Permalloy (R)' film. Thereby, the heat treatment of the Fe-Ta-N films at a temp. higher than the thermal decomposition temp. of the insulating layers prior to the formation of the insulating layers is made possible and the thin-film magnetic head provided with a soft magnetic film having the excellent characteristics and polymer insulation films is obtd. The magnetic memory device having the high recording density is obtd. by combining such thin-film magnetic head and the magnetic recording medium having the high coercive force.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.06.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.03.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the thin film magnetic head which it stands in a line and is used for the magnetic storage for computers about the thin film magnetic head and its manufacture method, and the magnetic storage using this thin film magnetic head, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, many permalloy films from which this kind of thin film magnetic head was mainly made with electroplating as a magnetic-core material are used. However, in order to give the write-in capacity to the magnetic-recording medium of high coercive force recordable high-density further to the magnetic head from now on, it is necessary to adopt what has the larger flux density as a magnetic-core material than the saturation magnetic flux density (0.8-1.0T) of a permalloy.

[0003] The magnetization changes length of the magnetic-recording medium which is one of the factors which determines the upper limit of magnetic recording density is dependent on a magnetic field and magnetic field inclination in case the recording point of a magnetic-recording medium keeps away from the gap of the magnetic head. Therefore, only the point of an up magnetic core (magnetic-head back end side) of being required of core materials, in order to raise recording density at least is making it high saturation magnetic flux density.

[0004] Drawing 4 is the cross section showing an example of the conventional thin film magnetic head which used the high saturation-magnetic-flux-density magnetic film.

[0005] the magnetic gap 5 which the conventional thin film magnetic head has the lower magnetic core 31 which consists of a permalloy film in contact with the alumina ground layer 111, and the lower magnetic-core point 32 which consists of a magnetic film which has saturation magnetic flux density higher than a permalloy, and is non-magnetic material on these when drawing 4 is referred to, and a conductor — the coil layers 9 and 10 are arranged. A magnetic gap 5 generates a record magnetic field for an about 0.1-1.0-micrometer magnetic crevice by formation ***** at the time of writing between the up magnetic-core point 33 and the lower magnetic-core point 32, and introduces the signal magnetic flux from a medium into a magnetic core at the time of read-out.

[0006] next, a conductor — the coil layers 9 and 10 are formed by the well-known pattern galvanizing method, and Cu is used as a material. Insulating layers 6, 7, and 8 are the poly membranes formed by the pattern of the photoresist which baked, and a conductor — the coil layers 9 and 10 are surrounded by insulating layers 6, 7, and 8 on an insulating layer 8, the up magnetic core 34 which consists of an up magnetic-core point 33 which consists of a high saturation-magnetic-flux-density magnetic film, and a permalloy arranges — having — the lower magnetic core 31 and the lower magnetic-core point 32 — a conductor — the magnetic circuit interlinked with the coil layers 9 and 10 is formed. Thus, the constituted thin film magnetic-head element is covered by the protective coat 12 of an alumina.

[0007] As invention about the thin film head which used the high saturation-magnetic-flux-density magnetic film for a part of magnetic core by composition mentioned above, the technology using the soft-magnetism film which is high saturation magnetic flux density is indicated from the back core portion of a NiFe film by the magnetic-core layer which faces the magnetic-recording medium side of a magnetic gap at JP,3-144907,A. According to this, Fe-Co-nickel ternary alloy or the Fe-Co-nickel-Cr system alloy of 4 yuan is formed by the galvanizing method as a high saturation-magnetic-flux-density soft-magnetism film.

[0008] Moreover, the technology of making an up magnetic pole or a lower magnetic pole exposing only the member of high saturation magnetic flux density to a confrontation side with a magnetic-recording medium as other examples at JP,3-029104,A using the two-layer cascade screen which consists of an amorphous alloy or a multilayer magnetism alloy is indicated.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In these conventional thin film magnetic heads, since poly membranes, such as a photoresist which baked to the insulating layer, are used, in order to prevent the pyrolysis of this poly membran, there is a fault that the magnetic material and the manufacture method of using for an up magnetic-core point are limited.

[0010] Although the photoresist which constructed the bridge with baking becomes the outstanding insulator layer, the grade of a pyrolysis will become intense if it becomes 300 degrees C or more. Therefore, heat treatment according to the temperature of 300 degrees C or more to the up magnetic core which forms membranes after insulator layer formation is difficult. Moreover, if a suitable polyimide poly membrane is used instead of a photoresist,

although pyrolysis temperature will rise, a pyrolysis will be caused if it becomes 400 degrees C or more also by that case.

[0011] In order to avoid such a pyrolysis, using inorganic material, such as an alumina (aluminum 2O3), is also considered instead of the photoresist which baked as an insulating-layer material. However, in this case, patterning of the inorganic material with a thickness of several micrometers — about twenty micrometers must be carried out, and there is a fault that manufacture becomes difficult compared with the case where the photoresist which baked is used.

[0012] On the other hand, many of soft magnetic materials can obtain the soft magnetic characteristics which were excellent for the first time in many cases by performing suitable heat treatment. For example, in the film of iron system microcrystal material, such as Fe-Ta-N and Fe-Ta-C, in order to pull out outstanding soft magnetic characteristics called saturation magnetic flux density 1.5–1.8T and relative permeability 3000–6000, it is necessary to heat-treat above 400 degrees C. However, in the thin film magnetic head with the conventional macromolecule insulating layer, the soft magnetic characteristics which were excellent even if heat treatment at 400 degrees C or more used these soft-magnetism films as eye an impossible hatchet and a magnetic-core material cannot fully be pulled out.

[0013] The purpose of this invention is to offer the thin film magnetic head equipped with the soft-magnetism film which solves the fault mentioned above, makes it possible to heat-treat the elasticity magnetic film of hot and high saturation magnetic flux density rather than the pyrolysis temperature of a macromolecule insulator layer before formation of a macromolecule insulator layer, and has the outstanding property, and the macromolecule insulator layer, and the magnetic storage using this thin film magnetic head.

[0014]

[Means for Solving the Problem] this invention — temperature T1 Heat-treated saturation magnetic flux density Bs1 Magnetic film A1 Temperature T2 Heat-treated saturation magnetic flux density Bs2 Magnetic film A2 (however, $T2 < T1$ and $Bs2 < Bs1$). In the thin film magnetic head which has a nonmagnetic gap layer with a thickness of 1 micrometer or less, a thin film coil pattern, and the insulating layer that consists of a poly membrane The aforementioned magnetic film A1 It exists in the lower part and the upper part of the aforementioned nonmagnetic gap layer. And in the upper part of the aforementioned poly membrane insulating layer, it is the aforementioned magnetic film A2. It exists through a direct or nonmagnetic gap layer, and is the aforementioned magnetic film A1. The aforementioned magnetic film A2 It is characterized by having connected through the direct or aforementioned nonmagnetic gap layer.

[0015] Moreover, the aforementioned heat treatment temperature T1 The aforementioned magnetic film A1 of two upper and lower sides which are characterized by being higher than the pyrolysis temperature of the aforementioned insulating layer, and oppose through the aforementioned nonmagnetic gap layer at back of a magnetic-head surfacing side In between It is characterized by having the nonmagnetic spacer which consists of an inorganic substance with a thickness of 1 micrometers or more, and is the aforementioned magnetic film A1. The aforementioned magnetic film A2 Connection area is the aforementioned magnetic film A2. It is characterized by being larger than the minimum cross section in the cross section which intersects perpendicularly in the direction in which signal magnetic flux flows.

[0016] And the aforementioned magnetic film A1 X-Y-Z ternary alloy containing three elements of X= {Fe, Co}, Y= {Ta, Zr, Nb, aluminum}, and Z= {N, C}, or the alloy more than a 4 yuan system — you may be — moreover, the aforementioned magnetic film A2 You may be nickel-Fe (permalloy), nickel-Fe (permalloy) system plural alloys, or Co system amorphous alloy, and these thin film magnetic heads are the aforementioned magnetic films A1. They are the aforementioned macromolecule insulating layer and the aforementioned magnetic film A2 after heat treatment. It is characterized by forming.

[0017] Furthermore, as magnetic storage, it has these thin film magnetic heads and the magnetic-recording medium of 2500 or more oersteds of coercive force, and the surfacing crevice between the aforementioned thin film magnetic heads is set to 0.03 micrometers or more. Or it has the thin film magnetic head and the magnetic-recording medium of 2200 or more oersteds of coercive force, and the surfacing crevice between the aforementioned thin film magnetic heads is set to 0.07 micrometers or more. Or you may have the thin film magnetic head and the magnetic-recording medium of 2800 or more oersteds of coercive force.

[0018]

[Example] Next, this invention is explained with reference to a drawing.

[0019] Drawing 1 is the cross section showing the 1st example of this invention: Reference of drawing 1 forms the lower magnetic core 1 of high saturation magnetic flux density which the 1st example becomes from the Fe-Ta-N film heat-treated at 400–600 degrees C after membrane formation in contact with the alumina ground layer 11. The thickness of this lower magnetic core 1 is 2–4 micrometers. Moreover, the magnetic-gap layer 5 is formed in contact with the lower magnetic core 1, and the nonmagnetic spacer 4 is further formed between the lower magnetic core 1 and the magnetic-gap layer 5.

[0020] The nonmagnetic spacer 4 is prolonged at back by length of about 5–25 micrometers from the part which only the distance of the throat length 21 separated from the magnetic-head surfacing side 20. This nonmagnetic spacer 4 uses the alumina which carried out spatter membrane formation. The thickness of this nonmagnetic spacer 4 is 1–4 micrometers, extends the interval of the lower magnetic core 1 and the upper magnetic-core point 2, and is raising magnetic-flux efficiency by reducing disclosure of magnetic flux in the meantime.

[0021] In addition, the taper is provided in the edge 41 of a nonmagnetic spacer so that magnetic properties may not

deteriorate with a level difference with the rapid up magnetic-core point 2. As for this taper angle theta, it is desirable that it is 60 degrees or less, and it is more more desirable still that the taper angle theta is 45 degrees or less.

[0022] The up magnetic-core point 2 is prolonged on the nonmagnetic spacer 4 via throat 1 ngth 21 portion from the magnetic-head surfacing side 20. Besides, the section magnetic-core point 2 carries out patterning of the Fe-Ta-N film of high saturation magnetic flux density heat-treated at 400-600 degrees C after m mbrane formation, and the thickness is 2-4 micrometers.

[0023] Although heat treatment of the Fe-Ta-N film used for the lower magnetic core 1 and the up magnetic-core point 2 may be performed simultaneously, it is necessary to carry out before formation of insulating layers 6, 7, and 8. The pattern of the photoresist made to construct a bridge by baking at 200-300 degrees C as an insulating-layer material is used for this, and this material is based on the reason for pyrolyzing by heat treatment of 300 degrees C or more.

[0024] Next, the up magnetic core 3 is placed in contact with the insulating layer 8 of the up magnetic-core point 2 and the topmost part. The field where the up magnetic-core point 2 and the up magnetic core 3 touch is the p rmalloy film pattern formed with well-known pattern plating technology. This permalloy film pattern shows a sufficiently stable high permeability property (relative permeability > 2000) with heat treatment of 300 degrees C or less among a magnetic field. Moreover, the thickness of the up magnetic core 3 is 3-6 micrometers, and is thicker than the up magnetic-core point 2.

[0025] Although the saturation magnetic flux density (0.8-1.0T) of a permalloy film is smaller than an Fe-Ta-N film, it can avoid the magnetic saturation in the up magnetic core 3 by thickening this thickness. Moreover, in order to lose disclosure of the signal magnetic flux in the connection of the up magnetic-core point 2 and the up magnetic core 3, it is necessary to make the length of a connection larger than the thickness of the up magnetic-core point 2 and the up magnetic core 3.

[0026] In addition, the same effect is acquired by using the iron system microcrystal film material which shows soft magnetic characteristics excellent in heat treatment more than the pyrolysis temperature of insulator layers, such as not only an Fe-Ta-N film but a Fe-Ta-C film, an Fe-Zr-N film, etc., as a high saturation-magnetic-flux-density film material used for the lower magnetic core 1 and the up magnetic-core point 2.

[0027] the same effect will be acquired if the microcrystal film material from which the soft magnetic characteristics which were generally excellent in the X-Y-Z plural systems containing X= {Fe, Co}, Y= {Ta, Zr, Nb, aluminum}, and Z= {N, C} with heat treatment are obtained is used (here — X, Y, and Z — {—} — one or more kinds of inner elements are expressed)

[0028] furthermore, the thing for which the same effect as **** will be acquired if the material which can improve soft magnetic characteristics with heat treatment by temperature higher than the pyrolysis temperature of not only iron system microcrystal material but a macromolecule insulator layer as a material of the lower magnetic core 1 and the up magnetic-core point 2 is used — obvious — it is .

[0029] Moreover, the same effect is acquired even if it uses plating films other than the permalloy from which the soft magnetic characteristics which excelled the pyrolysis temperature of not only a permalloy plating film but a macromolecule insulator layer in low heat treatment temperature are obtained, and Co system amorphous film material created by the spatter as a material of the up magnetic core 3.

[0030] Next, the 2nd example of this invention is explained.

[0031] Drawing 2 is the cross section showing the 2nd example of this invention. Except up magnetic-core 103, the 2nd example is the same composition as the 1st example, in order that it may avoid duplication of explanation, explains only the structure of the up magnetic core 103, and omits it about others.

[0032] If drawing 2 is referred to, in the 2nd example, about 5-15 micrometers of edges 30 of the up magnetic core 103 formed by the Fe-Ta-N film exist in the back from the magnetic-head surfacing side 20. With this composition, since the low permalloy film of saturation magnetic flux density is not exposed to the magnetic-head surfacing side 20, the magnetic field inclination at the time of writing becomes sharp compared with the case of the 1st example. Therefore, the thin film magnetic head which was more suitable for high-density record is obtained.

[0033] In addition, in order to abolish the leakage of the signal magnetic flux in the up magnetic-core point 2 and the connection of the up magnetic core 103 also in this case, it is necessary to make the length of a connection thicker than the thickness of the up magnetic-core point 2 and the up magnetic core 103.

[0034] Next, the 3rd example of this invention is explained.

[0035] Drawing 3 is the cross section showing the 3rd example of this invention. The 3rd example is equipped with the coil [layer / coil / 9] 70 of the 3rd layer with which it insulated, and it was insulated by the insulating layer 60 in addition to ten for a high increase in power when drawing 3 was referred to.

[0036] Moreover, in the 3rd example, the crevice 40 with a depth of 1-4 micrometers is established in the alumina ground layer 110. the taper angle theta in the dge of this crevice 40 is 60 degrees or less — ** — it is desirable. Moreover, by forming the lower magnetic core 101 in the form over this crevice 40, itself has the crevice, and if the taper angle theta b comes 60 degrees or more, degradation of the soft magnetic characteristics of the lower magnetic core 101 will b come r markabl .

[0037] The nonmagnetic spacer 104 is formed in the form where the crevice of the lower magnetic core 101 is fill d, by the alumina film. And in order to form the nonmagnetic spacer 104 with which only the crevice of the lower magnetic core 101 is fill uped exactly, after carrying out spatter membrane formation of th alumina film [a little] thicker than th depth of a cr vice 40, flattening of the front face is carried out. The front fac of the magnetic-gap

layer 105 can be mostly made into flatness by using for flattening of this front face the wrapping (polish) technology which used well-known (Tin Sn) system surface plate and a well-known abrasive grain, or the etchback technology using the poly membrane.

[0038] In addition, in the 3rd example, in case spatter membrane formation of the Fe-Ta-N film of the up magnetic-core point 102 is carried out, the connection 50 of the lower magnetic core 101 in the back gap section and the up magnetic core 3 also performs spatter membrane formation by Fe-Ta-N simultaneously. Thereby, the level difference of the up magnetic core 3 was reduced, and degradation of the magnetic properties by the composition change in a pattern of the up magnetic core 3 etc. is prevented.

[0039] Moreover, this invention is applicable regardless of the number of layers of a coil so that this example may also show. That is, naturally it is applicable also to the thin film magnetic head which has the coil of four layers, and the thin film magnetic head of an one-layer coil.

[0040] The magnetic core of the thin film magnetic head offered by the structure and the manufacture method which were explained in each example mentioned above has saturation magnetic flux density and high permeability compared with the magnetic core manufactured only by the permalloy. Therefore, the magnetic storage of high recording density is realizable by combining with these thin film magnetic heads and the magnetic-recording medium of high coercive force. For example, as for the thin film magnetic head using the Fe-Ta-N film, write-in magnetic field strength will be about 1.5 times the thin film magnetic head of only a permalloy.

[0041] Information can be written in to the magnetic-recording medium of the big value of coercive force 2500 oersted, keeping the surfacing crevice between the thin film magnetic heads at 0.03 micrometers or more, and securing high reliability by this. Moreover, information can be written in also to the magnetic-recording medium of the big value of coercive force 2200 oersted, keeping the surfacing crevice between the thin film magnetic heads at 0.07 micrometers or more. And if a surfacing crevice is further made small and contact recording (contact record) is performed, informational writing is possible also to the magnetic-recording medium of 2800 or more oersteds of coercive force, and highly efficient magnetic-storage equipment can be offered.

[0042]

[Effect of the Invention] As explained above, the thin film magnetic head of this invention When an up magnetic core offers structure which is constitutionally arranged below a macromolecule insulator layer and its manufacture method of a layer While being able to offer the thin film magnetic head equipped with the soft-magnetism film and macromolecule insulator layer of the property which made it possible to heat-treat a high saturation-magnetic-flux-density elasticity magnetic film, and excelled the pyrolysis temperature of a macromolecule insulator layer in the elevated temperature before formation of a macromolecule insulator layer By combining this thin film magnetic head and the magnetic-recording medium of high coercive force, it is effective in the ability to offer the magnetic storage of high recording density.

[Translation done.]